

# Bab 4

## Suhu dan Perubahannya



### **Istilah-istilah Penting**

Suhu, Termometer, Pemuaian

Pada suhu berapa air mendidih? Pada suhu berapa air membeku? Pada suhu berapa dikatakan orang mengalami sakit demam? Suhu selalu dibicarakan dalam kehidupan sehari-hari. Pada bab ini, kamu akan mempelajari suhu, cara pengukurannya, serta akibat perubahannya.

## A. Bagaimana Mengetahui Suhu Benda?

Indra perasa dapat merasakan panas dan dingin. Namun, apakah indra merupakan pengukur panas atau dingin yang handal?



### Ayo Kita Lakukan

#### Apakah Indra sebagai Pengukur Suhu yang Handal?

Untuk memahami semua itu, yang siapkan 3 (tiga) buah ember atau bejana yang masing-masing diisi air hangat, air biasa, dan air es.

#### Petunjuk Keselamatan Kerja

Hati-hati dengan air panas, karena berbahaya.

#### Lakukan langkah-langkah berikut ini.

1. Letakkan ketiga ember tersebut di lantai atau meja!
2. Celupkan tangan kananmu di ember berisi air hangat dan tangan kirimu di ember yang berisi air es! Rasakan tingkat panas air itu pada tanganmu!
3. Setelah beberapa saat, segera celupkan kedua tanganmu ke ember yang berisi air biasa! Rasakan tingkat panas air itu pada tanganmu!
4. Ulangi kegiatan langkah nomor 2 dan 3 oleh teman lainnya!



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.1 Apa yang kamu rasakan jika kemudian kedua tanganmu masuk ke air biasa?

## Menalar dan mengomunikasikan

1. Bagaimanakah hasil pengindraan terhadap air biasa oleh tangan kanan dan tangan kirimu?
2. Jika untuk benda yang sama, ternyata tingkat panas yang dirasakan berbeda antara tangan kanan dan tangan kirimu. Apakah indra perasaanmu dapat diandalkan sebagai pengukur tingkat panas benda? Diskusikan dengan teman-temanmu.

Suhu sebuah benda adalah tingkat (derajat) panas suatu benda. Benda yang panas mempunyai derajat panas lebih tinggi daripada benda yang dingin. Hasil kegiatan penyelidikanmu menunjukkan bahwa indra perasa memang dapat merasakan tingkat panas benda. Akan tetapi, indra perasa bukan pengukur tingkat panas yang andal. Benda yang tingkat panasnya sama dirasakan berbeda oleh tangan kanan dan kirimu. Jadi, suhu benda yang diukur dengan indra perasa menghasilkan ukuran suhu kualitatif yang tidak dapat dipakai sebagai acuan. Suhu harus diukur secara kuantitatif dengan alat ukur suhu yang disebut termometer.

## 1. Jenis-Jenis Termometer

### a. Termometer Zat Cair

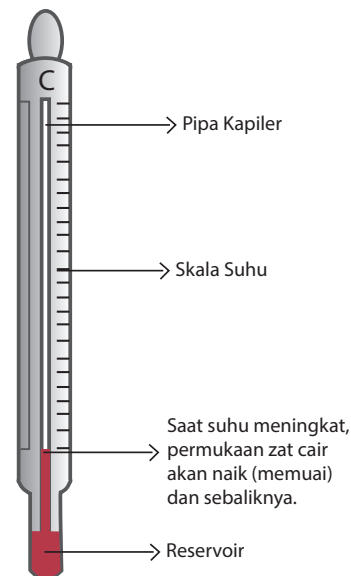
Secara umum, benda-benda di alam akan memuai (ukurannya bertambah besar) jika suhunya naik. Kenyataan ini dimanfaatkan untuk membuat termometer dari zat cair. Perhatikan Gambar 4.2. Cairan terletak pada tabung kapiler dari kaca yang memiliki bagian penyimpanan (reservoir/ labu).

### Ayo Kita Pelajari

- Berbagai jenis termometer
- Skala suhu

### Mengapa Penting?

- Untuk memahami suhu dan cara pengukurannya



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.2 Termometer Zat Cair

Zat cair yang digunakan umumnya raksa atau alkohol jenis tertentu. Raksa memiliki keistimewaan, yaitu warnanya mengkilat dan cepat bereaksi terhadap perubahan suhu. Selain itu, raksa membeku pada suhu rendah ( $-38^{\circ}\text{C}$ ) dan mendidih pada suhu yang tinggi (lebih dari  $350^{\circ}\text{C}$ ) sehingga dapat mengukur suhu pada rentang suhu yang lebar. Namun, raksa sangat beracun, sehingga berbahaya jika termometer pecah.

Alkohol untuk pengisi termometer biasanya diberi pewarna biru atau merah. Rentang suhu yang dapat diukur bergantung jenis alkohol yang digunakan, contohnya:

- Toluena, dengan rentang  $-90^{\circ}\text{C}$  hingga  $100^{\circ}\text{C}$
- Ethyl alcohol, dengan rentang  $-110^{\circ}\text{C}$  hingga  $100^{\circ}\text{C}$

Alkohol tidak seberbahaya raksa dan mudah menguap, sehingga lebih aman digunakan sebagai pengisi termometer.

### Perlu Diketahui

Untuk alasan kepraktisan, seringkali kita menggunakan plastik untuk wadah makanan, termasuk makanan bersuhu tinggi. Namun, hanya plastik tertentu yang aman digunakan untuk wadah makanan panas. Plastik memiliki 7 jenis yang ditandai dengan adanya kode pada plastik tersebut. Plastik yang paling aman untuk digunakan sebagai wadah makanan adalah plastik dengan kode nomor 5 atau kode PP. Plastik ini tahan terhadap suhu tinggi.



#### Ayo Kita Latihan

1. Zat cair apakah yang digunakan dalam termometer zat cair?
2. Apa kelebihan dan kekurangan zat cair tersebut!

Beberapa termometer yang menggunakan zat cair akan dibahas berikut ini.

## 1) Termometer laboratorium

Bentuknya panjang dengan skala dari  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $110^{\circ}\text{C}$  menggunakan raksa, atau alkohol seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Sumber: superagis.blogspot.com  
Gambar 4.3  
Termometer Laboratorium

## 2) Termometer suhu badan

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan manusia. Skala yang ditulis antara  $35^{\circ}\text{C}$  dan  $42^{\circ}\text{C}$ . Pipa di bagian bawah dekat labu dibuat sempit sehingga pengukuran lebih teliti akibat raksa tidak segera turun ke labu/*reservoir* (Gambar 4.4).



Sumber: nunuksuliyatun.wordpress.com  
Gambar 4.4 Termometer Suhu Badan Perhatikan pipa kapiler yang menyempit di dekat labu.

### Perlu Diketahui

Perubahan suhu juga terjadi pada proses fermentasi, misalnya pada proses pembuatan tape. Pada proses tersebut, bakteri mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbon dioksida. Proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan suhu. Suhu terbaik untuk melakukan proses fermentasi adalah  $35^{\circ}\text{C}$ – $40^{\circ}\text{C}$ .



Sumber: www.atikofianti.wordpress.com  
Gambar 7.5  
Karena Proses Fermentasi, Suhu Tape Ketan Meningkat.

## b. Termometer Bimetal

Perhatikan dua logam yang jenisnya berbeda dan dilekatkan menjadi satu pada Gambar 4.6. Jika suhunya berubah, bimetal akan melengkung. Mengapa? Karena logam yang satu memuai lebih panjang dibanding yang lain. Hal ini dimanfaatkan untuk membuat termometer.



Sumber: www.physics.upenn.edu  
Gambar 4.6 Saat dipanaskan, bimetal melengkung.

### c. Termometer Kristal Cair

Terdapat kristal cair yang warnanya dapat berubah jika suhu berubah. Kristal ini dikemas dalam plastik tipis, untuk mengukur suhu tubuh, suhu akuarium, dan sebagainya (Gambar 4.8).



Sumber: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)  
Gambar 4.8 Termometer kristal cair untuk mengukur suhu tubuh.



Sumber: [www.diytrade.com](http://www.diytrade.com)  
Gambar 4.7 Termometer bimetal, digunakan untuk pengukur suhu

### Perlu Diketahui

1. Binatang yang hidup di daerah dingin pada umumnya berbulu tebal. Bulu yang tebal tersebut menjaga tubuh tetap hangat.
2. Unta mempunyai punuk yang berfungsi untuk menyimpan air sehingga tahan untuk tidak minum selama berhari-hari dan menjaga agar suhu tubuh tidak panas.
3. Jenis tanaman di pantai berbeda dengan jenis taman di gunung karena suhu di pantai lebih tinggi daripada suhu di puncak gunung.



(a)



(b)

Sumber: [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)  
Gambar 7.9  
(a) Beruang kutub memiliki bulu yang tebal  
(b) Unta memiliki punuk

Dalam kurun waktu 100 tahun ini, suhu bumi sudah naik  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan ini menyebabkan banyak masalah lingkungan, seperti iklim yang tidak menentu dan cuaca ekstrim. Keadaan ini disebut pemanasan global. Pada Bab 9, kamu akan mempelajari lebih lanjut tentang peristiwa pemanasan global.

## 2. Skala Suhu

Berapa suhu tubuh manusia sehat? Ya, kamu akan menjawab  $37^{\circ}\text{C}$ . Huruf C kependekan dari Celcius, salah satu contoh satuan suhu atau skala suhu. Saat ini, dikenal beberapa skala suhu, misalnya Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Tidakkah kamu penasaran, bagaimana membuat skala suhu pada termometer? Lakukan kegiatan berikut.



### Ayo Kita Lakukan

#### Mencoba Membuat Skala pada Termometer Zat Cair

Apa yang harus disiapkan?

1. Termometer raksa atau alkohol yang belum diberi skala suhu
2. Bejana A berisi es yang sedang melebur
3. Bejana B berisi air yang sedang mendidih
4. Pemanas spiritus
5. Spidol atau benang berwarna

#### Lakukan langkah-langkah berikut

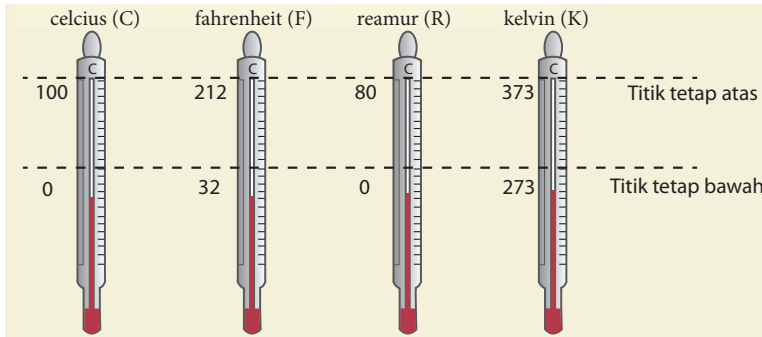
1. Celupkan termometer dalam bejana A yang berisi es sedang melebur.
2. Tunggu beberapa saat. Setelah raksa dalam pipa termometer berhenti bergerak turun, tandai letak permukaan raksa dalam pipa dengan spidol atau benang! Tempat ini dinamakan titik tetap bawah. Beri angka sesukamu pada titik itu, misalnya 10.
3. Panaskan air dalam bejana B dengan pemanas spiritus sampai air dalam bejana itu mendidih.
4. Celupkan termometer ke dalam bejana berisi air yang sedang mendidih.
5. Tunggu beberapa saat. Setelah raksa dalam pipa berhenti bergerak, tandailah letak permukaan raksa dalam pipa dengan spidol. Titik itu dinamakan titik tetap atas. Beri angka sesukamu pada titik itu (tetapi lebih besar dari angka sebelumnya), misalnya 50.
6. Ukur jarak titik terbawah dengan titik teratas ini. Bagi jarak tersebut dalam bagian-bagian dengan jarak yang sama. Anggap jarak tiap bagian itu derajat suhu skala yang kalian buat (misalnya, skala Edo).

7. Kamu sudah membuat skala termometer sesuai skala buatan.

### Ujilah Termometer Skala Buatanmu

1. Berapa suhu terbawah dan suhu teratas pada skala termometer buatanmu? Cobalah buat perbandingan antara skala buatanmu dengan skala Celcius.
2. Coba gunakan termometer skala kamu dan skala Celcius untuk mengukur suhu air biasa dan air hangat. Kemudian, ukur air panas dengan termometermu dan prediksikan hasilnya jika diukur dengan skala Celcius. Uji prediksimu.

Kegiatan di atas merupakan metode yang dilakukan untuk menentukan skala pada termometer. Dengan cara demikian juga, Celcius, Fahrenheit, dan Reamur membuat skala termometer. Kelvin merupakan skala suhu dalam SI. Skala Kelvin menggunakan nol mutlak, tidak menggunakan “derajat”. Pada suhu nol Kelvin, tidak ada energi panas yang dimiliki benda. Perbedaan antara skala itu adalah angka pada titik tetap bawah dan titik tetap atas pada skala termometer tersebut.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.10 Titik Tetap Bawah dan Titik Tetap Atas pada Beberapa Skala Suhu. Rentang Skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin berturut-turut 100, (212-32), 80, (373-273).

### Penggunaan Matematika

Perbandingan Skala Suhu:

skala C: skala R: skala F: skala K = 100 : 80 : 180 : 100

skala C: skala R: skala F: skala K = 5 : 4 : 9 : 5

Dengan memperhatikan titik tetap bawah (dibandingkan mulai dari nol semua), perbandingan angka suhunya:

$t_C : t_R : (t_F - 32) : (t_K - 273) = 5 : 4 : 9 : 5$



Perbandingan di atas dapat digunakan untuk menentukan konversi skala suhu. Sebagai contoh, konversi skala suhu dari Celcius ke Fahrenheit.

$$\frac{t_c}{(t_f - 32)} = \frac{5}{9}$$

maka

$$t_f = \frac{9}{5}t_c + 32$$



### Ayo Kita Latihan

Dengan cara yang sama, rumuskan konversi skala suhu yang lain, misalnya dari Celcius ke Reamur, dan dari Fahrenheit ke Kelvin.

### Contoh Penerapan

1. Tentukan  $45^\circ\text{C} = \dots^\circ\text{F}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_f = \frac{9}{5}t_c + 32 = \left(\frac{9}{5} \times 45\right) + 32 = 113^\circ\text{F}$$

2. Tentukan  $25^\circ\text{C} = \dots^\circ\text{R}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_R = \frac{4}{5}t_c = \frac{4}{5} \times 25 = 20^\circ\text{R}$$

3. Tentukan  $78^\circ\text{C} = \dots\text{K}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_K = t_c + 273 = 78 + 273 = 351\text{ K}$$

### Perlu Diketahui

Derajat Celcius pertama kali diperkenalkan oleh Anders Celcius, salah satu ahli astronomi Swedia, pada tahun 1742. Awalnya  $0^{\circ}\text{C}$  merupakan suhu saat air mendidih dan  $100^{\circ}\text{C}$  adalah suhu saat air membeku.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.11 Anders Celsius



### Ayo Kita Latihan

- Ubahlah suhu-suhu berikut ini.
  - $0^{\circ}\text{C}$  ke Kelvin
  - 0 K ke derajat Celsius
  - $273^{\circ}\text{C}$  ke Kelvin
  - 273 K ke derajat Celsius
- Ubahlah suhu celsius berikut ini ke suhu Kelvin.
  - $27^{\circ}\text{C}$
  - $560^{\circ}\text{C}$
  - $-184^{\circ}\text{C}$
  - $-300^{\circ}\text{C}$
- Ubahlah suhu kelvin berikut ini ke suhu Celsius.
  - 110 K
  - 22 K
  - 402 K
  - 323 K
- Temukan suhu dalam celsius dan Kelvin untuk keterangan berikut ini.
  - suhu kamar;
  - suhu lemari es
  - suhu siang hari pada musim kemarau
  - suhu malam hari pada musim penghujan



### Ayo Kita Lakukan

1. Apa yang dimaksud dengan suhu?
2. Mengapa indra perasa bukan pengukur suhu yang andal?
3. Jelaskan macam-macam termometer!
4. Bagaimanakah persamaan dan perbedaan cara menentukan titik terendah dan titik teratas pada skala Celcius dengan skala Fahrenheit?
5. Konversikan:
  - a.  $45^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{F} = \dots \text{K}$
  - b.  $36^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{F} = \dots \text{K}$
  - c.  $14^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots \text{K}$
  - d.  $225\text{K} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{F}$
6. Terdapat 4 termometer skala Celcius dengan skala terkecil dan terbesarnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Termometer	Skala terkecil ( $^{\circ}\text{C}$ )	Skala terbesar ( $^{\circ}\text{C}$ )
A	0	100
B	20	37
C	10	60
D	32	45

Termometer manakah yang paling sesuai untuk mengukur suhu tubuh manusia? Jelaskan!

## B. Perubahan Akibat Suhu

Apa yang terjadi pada benda jika suhunya berubah? Salah satu perubahan yang terjadi pada benda adalah ukuran benda itu berubah. Jika suhu benda naik, secara umum ukuran benda bertambah. Peristiwa ini disebut pemuaian

### Ayo Kita Pelajari

- Pemuaian zat pada padat, cair, dan gas

### Mengapa Penting?

- Berbagai teknologi memanfaatkan pemuaian benda

### 1. Pemuaian Zat Padat

Zat padat dapat mengalami pemuaian. Gejala ini memang sulit untuk diamati secara langsung, tetapi seringkali kamu dapat melihat pengaruhnya. Misalnya, saat kamu menuangkan air panas ke dalam gelas, tiba-tiba gelas itu retak. Retaknya gelas ini karena terjadinya pemuaian yang tidak merata pada gelas itu. Kamu akan pelajari lebih dalam tentang pemuaian pada zat padat.



#### Ayo Kita Lakukan

##### a. Pemuaian Panjang Zat Padat

##### Adakah Pengaruh Jenis Logam terhadap Panjang Pemuaiannya?

Rumuskan hipotesis terhadap masalah tersebut.

Apa yang harus disiapkan?

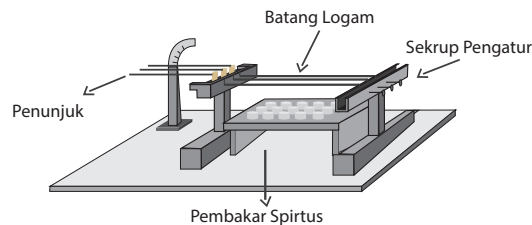
Alat

1. Musschenbroek (beserta batang logam yang diuji)
2. Pemanas spiritus dan korek api

Lakukan langkah-langkah berikut.

1. Siapkan sebuah alat Musschenbroek di atas meja percobaan.
2. Atur kedudukan jarum-jarum penunjuk pada setiap batang logam sehingga menunjuk skala yang sama, yaitu angka nol.

3. Tuang spiritus bakar pada tempatnya. Kemudian, nyalakan dengan korek api.
4. Amati keadaan jarum-jarum penunjuk selama pemanasan.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.12 Alat Musschenbroek

### Menalar dan Mengomunikasikan

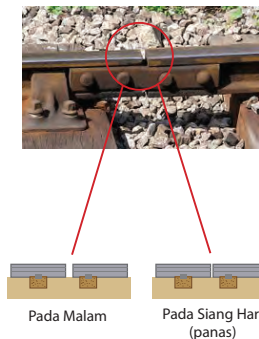
1. Jarum-jarum penunjuk menunjuk skala yang sama, nol. Bagaimana suhu dan panjang batang itu mula-mula?
2. Setelah pemanasan berlangsung, apa yang terjadi pada jarum-jarum penunjuk?
3. Apakah hipotesis kamu diterima atau ditolak? Diskusikan hasilnya dengan kelompok lain.

Pada umumnya, benda atau zat padat akan memuai atau mengembang jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Pemuaiian dan penyusutan itu terjadi pada semua bagian benda, yaitu panjang, lebar, dan tebal benda tersebut. Jika benda padat dipanaskan, suhunya akan naik. Pada suhu yang tinggi, atom dan molekul penyusun logam tersebut akan bergetar lebih cepat dari biasanya sehingga logam tersebut akan memuai ke segala arah.

Para perancang bangunan, jembatan, dan jalan raya harus memperhatikan sifat pemuaiian dan penyusutan bahan karena perubahan suhu. Jembatan umumnya dibuat dari besi baja yang saling disambungkan satu dengan lainnya. Untuk itu, agar sambungan besi baja tidak melengkung karena memuai akibat

terik panas matahari atau menyusut di malam hari, sambungan-sambungan besi baja tidak boleh dipasang saling rapat satu dengan lainnya. Harus ada rongga yang cukup di antara sambungan-sambungan itu.

Bimetal dibuat berdasarkan sifat pemuaian zat padat. Bimetal antara lain dimanfaatkan pada termostat. Prinsip kerja termostat sebagai berikut. Jika udara di ruangan dingin, keping bimetal pada Gambar 7.15 akan menyusut, membengkok ke kiri, dan menyentuh logam biasa sehingga kedua ujungnya saling bersentuhan. Sentuhan antara kedua ujung logam itu menjadikan rangkaian tertutup dan menyalakan pemanas sehingga ruangan menjadi hangat. Jika untuk mengontrol ruangan berpendingin, cara kerjanya serupa. Saat ruangan mulai panas, termostat bengkok dan menghubungkan rangkaian listrik sehingga pendingin kembali bekerja.

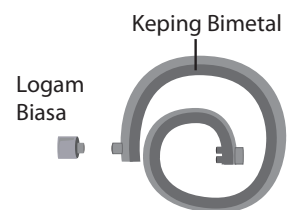


Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.13  
Rel kereta api dibuat bercelah.  
Mengapa?



Sumber: Zitzewitz  
Gambar 4.14  
Rel kereta api dapat melengkung  
akibat pemuaian

Hasil percobaanmu menunjukkan jika panjang logam mula-mula sama, untuk logam yang berbeda ternyata pertambahan panjangnya benda karena pemuaiannya juga berbeda. Besaran yang menentukan pemuaian panjang zat padat adalah koefisien muai panjang. Koefisien muai panjang suatu zat padat adalah bilangan yang menunjukkan pertambahan panjang tiap satu satuan panjang zat itu jika suhunya dinaikkan  $1^{\circ}\text{C}$ .



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.15  
Termostat memanfaatkan bimetal

Sebagai contoh, jika muai panjang kaca  $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  berarti jika 1 meter kaca suhunya bertambah  $1^{\circ}\text{C}$  maka panjangnya bertambah 0,000009 meter. Tabel 4.1 menunjukkan koefisien muai panjang beberapa bahan. Berdasarkan tabel tersebut, mengapa alat laboratorium menggunakan kaca Pyrex?

**Tabel 7.1** Koefisien Muai Panjang Bahan

Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang ( $/^{\circ}\text{C}$ )
Kaca biasa	0,000009
Kaca Pyrex	0,000003
Aluminium	0,000026
Kuningan	0,000019
Baja	0,000011
Tembaga	0,000017

### Penggunaan Matematika

koefisien muai panjang =  $\frac{\text{pertambahan panjang}}{\text{panjang mula-mula} \times \text{kenaikan suhu}}$

Jika dalam bentuk lambang:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \times \Delta T}$$

Pertambahan panjang merupakan panjang akhir dikurangi panjang mula-mula ( $L_t - L_0$ ).

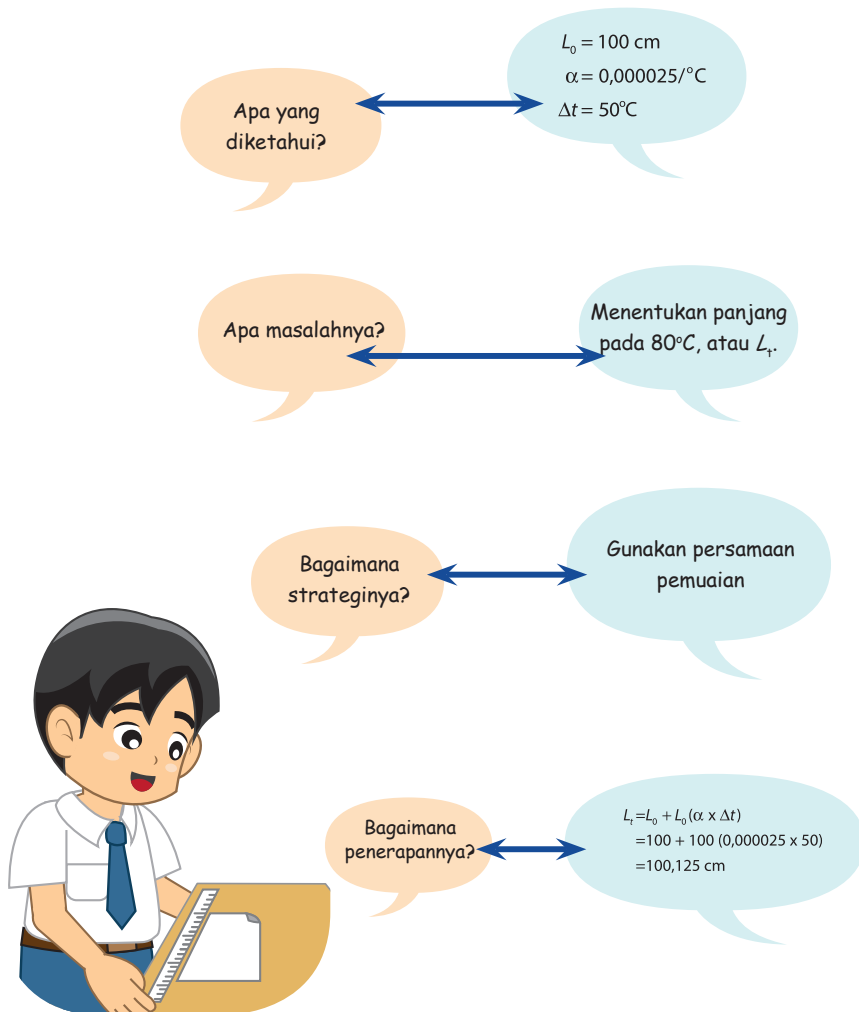
$$\alpha = \frac{L_t - L_0}{L_0 \times \Delta T}$$

Maka, panjang benda setelah pemuaian dapat ditentukan, yakni

$$L = L_0 + L_0 (\alpha \times \Delta T)$$

### Contoh penerapan:

Panjang aluminium pada suhu 30°C adalah 100 cm. Koefisien muai panjang aluminium adalah 0,000025/°C, hitung panjang aluminium itu pada suhu 80°C!



### Langkah penyelesaian:

Jadi, panjang aluminium pada suhu 80°C adalah 100,125 cm.



## b. Pemuaian Luas dan Volume Zat Padat

Jika suatu benda berbentuk lempengan dipanaskan, pemuaian terjadi pada kedua arah sisi-sisinya. Pemuaian semacam ini disebut pemuaian luas. Pemasangan pelat-pelat logam selalu memperhatikan terjadinya pemuaian luas. Pemuaian luas memiliki koefisien muai sebesar dua kali koefisien muai panjang. Berdasarkan data dalam Tabel 7.1, maka lempengan baja memiliki koefisien muai luas sebesar  $0,000022/^{\circ}\text{C}$ .

Bagaimanakah pemuaian yang dialami oleh kelereng dan balok besi jika kedua benda tersebut dipanaskan? Benda-benda yang berdimensi tiga (memiliki panjang, lebar, dan tinggi) akan mengalami muai ruang jika dipanaskan. Pemuaian ruang memiliki koefisien muai tiga kali koefisien muai panjang. Balok baja jika dipanaskan akan memuai dengan koefisien muai sebesar  $0,000033/^{\circ}\text{C}$ .

Pernahkah kamu menjumpai daun pintu tidak dapat ditutupkan pada bingkai pintunya? Kaca jendela tidak dapat masuk ke dalam bingkainya? Hal itu terjadi karena pemasangan daun pintu dan kaca jendela terlalu rapat dengan bingkainya sehingga ketika terjadi pemuaian atau penyusutan tidak tersedia lagi rongga yang cukup.

### Perlu Diketahui

Partikel-partikel zat padat selalu bergerak (bergetar). Gerakan partikel makin cepat sehingga memerlukan ruangan antara partikel yang lebih besar. Jarak antara partikel makin besar, zat padat itu memuai, bertambah panjang, bertambah luas, dan akhirnya bertambah volumenya.

## 2. Pemuaian Zat Cair dan Gas



### Ayo Kita Lakukan

#### Mengamati Pemuaian Zat Cair Jika Dipanaskan

Apa yang harus disiapkan?

1. Alat dilatometer (atau labu didih, sumbat karet, pipa kapiler)
2. Alkohol, air yang diberi pewarna, dan minyak goreng

3. Gelas kimia dan pemanas spiritus, dan tripod (kaki tiga)
4. Statif dan klem
5. Termometer

### **Petunjuk Keselamatan Kerja**

Hati-hati saat kamu menjepitkan pipa kapiler dengan statif, agar tidak pecah. Hati-hati dengan api.

Lakukan langkah-langkah berikut.

1. Masukkan air ke dalam labu didih hingga hampir penuh.
2. Pasang pipa kapiler pada lubang sumbat karet.
3. Pasang sumbat karet pada labu didih sedemikian rupa sehingga air dari labu didih masuk ke dalam pipa kapiler. Tandai permukaan air dalam pipa kapiler.
4. Pasang labu didih pada statif dan panaskan seperti Gambar 4.17.



Gambar 4.17  
Pemuaiian pada zat cair

### **Menalar, Mencoba, dan Mengomunikasikan**

Apa yang terjadi pada air di dalam pipa kapiler setelah labu didih dipanaskan? Menurutmu, mengapa hal itu bisa terjadi?

Percobaan lanjutan: lakukan percobaan untuk menemukan apakah jenis zat cair berpengaruh terhadap perubahan volume karena pemuaiian zat itu! Diskusikan hasilnya dengan teman-temanmu.

Sebagaimana zat padat, zat cair juga memuai jika dipanaskan. Bahkan, pemuaiian zat cair relatif lebih mudah atau lebih cepat teramati dibandingkan dengan pemuaiian zat padat. Gas juga memuai jika dipanaskan. Sifat pemuaiian gas harus diperhatikan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya ketika memompa ban sepeda jangan terlalu keras, seharusnya sesuai ukuran. Carilah contoh gejala dan pemanfaatan pemuaiian zat cair dan gas dalam kehidupan sehari-hari!

### Perlu Diketahui

Botol kemasan sirup, kecap, saos, minyak goreng, tidak pernah diisi penuh agar tidak tumpah jika memuai.



Sumber: Dok.  
Kemdikbud  
Gambar4.18  
Mengapa sirup tidak  
diisikan penuh dalam  
botol kemasan ini?

### Penerapan

1. Mengapa kabel listrik bertegangan tinggi dipasang agak kendur?
2. Pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , panjang sebatang besi adalah 200 cm. Jika suhu besi dinaikkan menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ , ternyata panjang besi itu menjadi 200,24 cm. Tentukan koefisien muai panjang besi.
3. Panjang sebatang baja pada  $20^{\circ}\text{C}$  adalah 40 cm. Jika koefisien muai panjang baja  $0,00002/^{\circ}\text{C}$ , berapa panjangnya pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ ?



### Renungan dan Refleksi

Berbagai macam zat yang ada di alam ini dapat diolah menjadi berbagai macam alat yang memudahkan aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh, Tuhan menciptakan berbagai jenis logam yang dapat diolah menjadi alat-alat rumah tangga. Pemanfaatan alat-alat rumah tangga tersebut harus mempertimbangkan suhu karena pada suhu yang berbeda membutuhkan alat yang berbeda. Betapa lengkapnya ciptaan Tuhan Yang Maha Esa sehingga manusia dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Oleh karena itu, sudah menjadi kewajiban kita untuk selalu bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. Salah satu wujud syukur pada Tuhan dengan selalu menjaga alam ini dan menggunakan apa yang ada di sekitar kita sesuai dengan kebutuhan.

Suhu adalah salah satu hal yang menjadi pertimbangan saat menggunakan berbagai benda di sekitar. Misalnya, ketika memasak, digunakan alat dari kayu atau alat dari aluminium yang dilapisi bahan tahan panas pada bagian pegangannya. Penambahan suhu menyebabkan pemuain, baik padat, cair, maupun gas. Oleh karena itu, pada pemanfaatan benda juga harus mempertimbangkan adanya pemuain. Sebagai contoh dalam pemasangan jendela, rel kereta api, rangka baja pada jembatan, dan penyimpanan makanan dalam bentuk cair. Apa yang akan terjadi seandainya menggunakan benda-benda di sekitar tanpa memperhatikan pengaruh suhu dan pemuain yang akan terjadi akibat perubahan suhu tersebut?

#### INFO ILMUWAN

- Anaksimenes (526-586) mengungkapkan bahwa udara atau angin merupakan dasar dari wujud alam semesta. Panas dan dingin merupakan penyebab udara menciptakan suatu bentuk. Menurutnya bumi, matahari dan bintang adalah cakram atau piringan di atas udara.
- Ibnu Sina (980-1037), seorang dokter dan filsuf. Di dunia barat beliau dikenal dengan sebutan Avicenna dan memiliki gelar "Bapak Kedokteran Modern". Ibnu Sina juga penemu termometer.
- William Thomson Kelvin(1824-1907) adalah seorang matematikawan Inggris yang mendedikasikan hidupnya untuk penelitian termodinamika. Salah satu hasil penelitiannya yang terkenal adalah penemuan titik nol mutlak yaitu pada suhu  $-273^{\circ}\text{C}$  atau yang beliau sebut sebagai 273K. Penemuan inilah yang dianggap oleh Royal Science Society sebagai penemuan yang cukup fenomenal di zamannya sehingga beliau berhak untuk dianugerahi gelar kebangsawanan yakni, gelar Lord Kelvin.

## RANGKUMAN

1. Suhu menyatakan tingkat panas dinginnya suatu benda; diukur dengan termometer
2. Berbagai macam termometer:
  - Termometer zat cair
  - Termometer kristal cair
  - Termometer bimetal
3. Berbagai skala termometer: Celcius, Kelvin, Fahrenheit, dan Reamur
4. Perubahan suhu menyebabkan pemuaian pada benda. Pemuaian dapat terjadi pada zat padat, cair, maupun gas.

## UJI KOMPETENSI

### Review

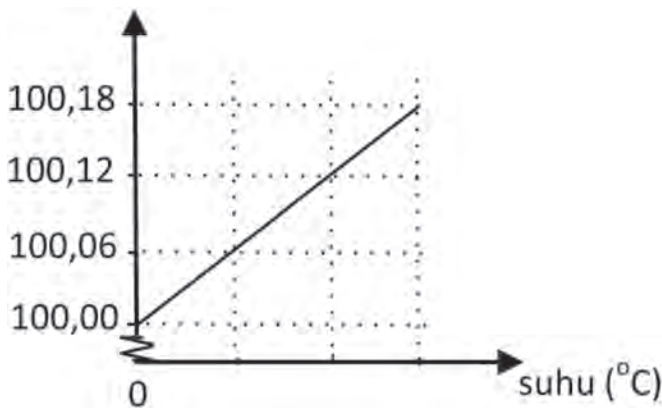
1. Jelaskan pengertian suhu!
2. Bagaimana prinsip kerja termometer zat cair, termometer bimetal, dan termometer kristal cair?
3. Buaya sering mengangakan mulutnya dalam waktu yang lama. Mengapa hal itu dilakukan?

### • PENERAPAN

**Kerjakan soal-soal berikut dengan benar.**

4. Jelaskan prinsip kerja bimetal sebagai sensor suhu pada setrika listrik!
5. Konversikan:
  - a.  $77^{\circ}\text{F} = \dots\dots^{\circ}\text{C} = \dots\dots^{\circ}\text{R} = \dots\dots\text{K}$
  - b.  $333\text{ K} = \dots\dots^{\circ}\text{C} = \dots\dots^{\circ}\text{R} = \dots\dots^{\circ}\text{F}$
6. Sebatang tembaga (koefisien muai panjangnya ada pada Tabel 7.1) pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  panjangnya 80 m. Berapakah pertambahan panjangnya, jika tembaga dipanaskan sampai suhunya  $78^{\circ}\text{C}$ ?

7. Berikut ini adalah grafik panjang sebatang logam terhadap suhunya



- Berdasarkan data pada grafik tersebut. Tentukan koefisien muai panjang logam itu.
  - Berdasarkan hasil perhitunganmu, dan Tabel 4.1, kemungkinan besar apa jenis logam tersebut?
8. Perhatikan tabel hasil percobaan tentang pemuaian zat cair berikut ini.

Jenis Zat Cair	Volume pada suhu $30^{\circ}\text{C}$ (mL)	Volume pada suhu $80^{\circ}\text{C}$ (mL)
Air	400	404,2
Minyak goreng	400	414,5
Alkohol	400	422,0

- Rumuskan masalah yang sesuai dengan tabel di atas!
- Berdasarkan masalah dan data tabel tersebut, apa kesimpulannya?

### Berpikir Kritis

Suatu benda diukur suhunya dengan termometer berskala Celcius, Fahrenheit, dan Reamur. Ternyata, hasil pengukuran suhunya berbeda-beda. Apakah hal ini berarti tingkat panas benda itu berbeda-beda juga? Jelaskan!

## TUGAS PROJEK

Rancang dan lakukan penyelidikan yang dapat menunjukkan gejala pemuaian zat gas. Sebagai bantuan, gas memang tidak bisa dilihat, tetapi gelembung gas di dalam zat cair dapat diamati. Gas yang memuai akan mampu mendesak sesuatu. Laporkan hasil kegiatanmu secara tertulis.